

RJEŠENJA ZADATAKA NA KANTONALNOM TAKMIČENJU
UČENIKA SREDNJIH ŠKOLA IZ FIZIKE 2020-21.

Oblast: Oscilacije, talasi i elektromagnetizam

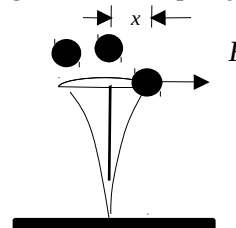
Tuzla; 07.04.2021.

ZADACI:

1. Na horizontalno postavljennom stolu nalazi se vertikalno učvršćena elastična žica (Slika 1). Na vrhu žice nalazi se metalna kuglica mase 50 g. Silom od $F = 1$ N kuglica se može pomjeriti za $x = 2$ cm u horizontalnom pravcu.

- a) Kolika je frekvencija oscilovanja kuglice kada se ona pusti da slobodno osciluje?
b) Kolikoa je maksimalna brzina oscilovanja kuglice?
c) Koliko je maksimalno ubrzanje kuglice?

(20 bodova)



Slika 1.

- a) (10 bodova)

$$F_0 = kx_0$$

$$k = \frac{F_0}{x_0}$$

$$k = \frac{1 \text{ N}}{0,02 \text{ m}} = \frac{100 \text{ N}}{2 \text{ m}} = 50 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

$$k = 50 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

$$k = m\omega^2$$

$$\omega^2 = \frac{k}{m} = \frac{50 \frac{\text{N}}{\text{m}}}{50 \cdot 10^{-3} \text{ kg}} = 1000 \frac{1}{\text{s}^2}$$

$$\omega = \sqrt{1000 \frac{1}{\text{s}^2}} = 31,62 \frac{1}{\text{s}}$$

$$2\pi f = 31,62 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$f = \frac{31,62}{6,28} \text{ Hz} = 5,04 \text{ Hz}$$

$$f = 5,04 \text{ Hz}$$

- b) (5 bodova)

$$Ek_0 = Ep_0$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{1}{2} kx_0^2$$

$$v_0^2 = \frac{k}{m} x_0^2 = \omega^2 x_0^2$$

$$v_0 = \omega x_0$$

$$v_0 = 31,62 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \cdot 2 \text{ cm} = 63,24 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

$$v_0 = 63,24 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

c) (5 bodova)

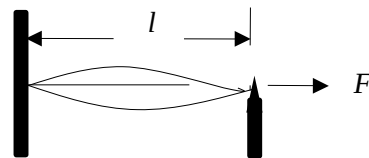
$$ma_0 = kx_0$$

$$a_0 = \frac{k}{m} x_0 = \omega^2 x_0$$

$$a_0 = 1000 \frac{1}{\text{s}^2} \cdot 2 \cdot 10^{-2} \text{ m} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$a_0 = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

2. Kolikom silom treba zategnuti čeličnu žicu, dužine $l = 40 \text{ cm}$ i debljine $d = 0,2 \text{ mm}$, da bi njena osnovna frekvencija iznosila $f_0 = 435 \text{ Hz}$? (Slika 2) Gustina čelika je $\rho = 7,8 \text{ g/cm}^3$. (20 bodova)



Slika 2

$$v = \sqrt{\frac{F_z}{\mu}}$$

$$F_z = \mu v^2 = \frac{m}{l} (\lambda_0 f_0)^2 = \frac{\rho V}{l} (2lf_0)^2 = \frac{\rho S l}{l} 4l^2 f_0^2 = \rho \frac{\pi d^2}{4} 4l^2 f_0^2 = \rho \pi (dlf_0)^2$$

$$F_z = \rho \pi (dlf_0)^2 = 7800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 3,14 \left(0,2 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot 0,4 \text{ m} \cdot 435 \frac{1}{\text{s}} \right)^2 =$$

$$= 24 492 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \left(34,8 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \right)^2 = 24 492 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 12,11 \cdot 10^{-4} \frac{\text{m}^4}{\text{s}^2} = 29,66 \text{ N}$$

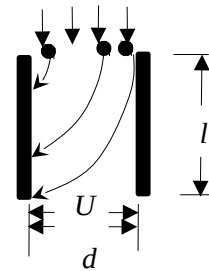
$$F = 29,66 \text{ N}$$

$$F \approx 30 \text{ N}$$

3. Između vertikalno postavljenih kondenzatorskih ploča vlada napon od $U = 100 \text{ V}$ (Slika 3). Kondenzatorske ploče su na rastojanju $d = 1 \text{ cm}$, a njihova dužina je $l = 4 \text{ cm}$. Između ploča prolazi snop elektrona u vertikalnom pravcu. Koliku brzinu moraju imati elektroni pa da ne napuste prostor između kondenzatorskih ploča? Kondenzator je u vakuumu.

$$(\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}, e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}, m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg})$$

(20 bodova)



Slika 3

$$eE = ma$$

$$e \frac{U}{d} = ma$$

$$a = \frac{eU}{md}$$

$$a = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 100 \text{ V}}{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \cdot 10^{-2} \text{ m}} = \frac{1,6}{9,1} \cdot 10^{14} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 0,176 \cdot 10^{14} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$a = 17,6 \cdot 10^{12} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$d = \frac{at^2}{2}$$

$$t = \sqrt{\frac{2d}{a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^{-2} \text{ m}}{0,176 \cdot 10^{14} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} = \sqrt{11,36 \cdot 10^{-12} \text{ s}^2} = 3,37 \cdot 10^{-6} \text{ s}$$

$$t = 3,37 \cdot 10^{-6} \text{ s} = 3,37 \mu\text{s}$$

$$l = v_0 t$$

$$v_0 = \frac{l}{t}$$

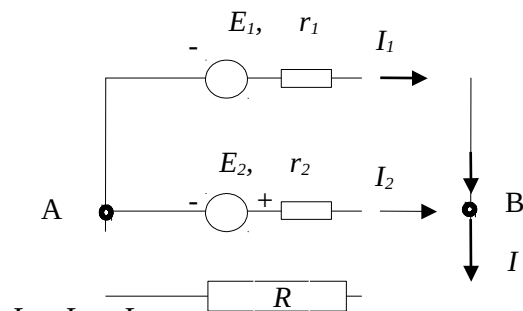
$$v_0 = \frac{4 \cdot 10^{-2} \text{ m}}{3,37 \cdot 10^{-6} \text{ s}} = 1,187 \cdot 10^4 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 11,87 \cdot 10^3 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 11,87 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

$$v_0 = 11,87 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

$$v < v_0$$

$$v < 11,87 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

4. Dva električna izvora jednosmjerne električne struje imaju jednake elektromotorne sile $E_1 = E_2 = 2,1 \text{ V}$, a unutrašnje otpore $r_1 = 0,05 \Omega$ i $r_2 = 0,1 \Omega$. Ako se ovi izvori vežu paralelno i opterete otpornikom tolike otpornosti da kroz njega protiče struja jačine $I = 9 \text{ A}$, odrediti:
- Jačinu električne struje koju daje svaki izvor i
 - Napon na krajevima opterećenih izvora.
- (20 bodova)**



$$I_1 + I_2 = I$$

$$I_1 = I - I_2$$

$$E_1 - I_1 r_1 = IR$$

$$E_2 - I_2 r_2 = IR$$

$$E_1 - I_1 r_1 = E_2 - I_2 r_2$$

$$E_1 - E_2 = I_1 r_1 - I_2 r_2$$

$$I_1 r_1 = I_2 r_2$$

$$(I - I_2) r_1 = I_2 r_2$$

$$I r_1 - I_2 r_1 = I_2 r_2$$

$$I r_1 = I_2 (r_1 + r_2)$$

$$I_2 = \frac{r_1}{r_1 + r_2} I$$

$$I_2 = \frac{0,05 \Omega}{0,05 \Omega + 0,1 \Omega} \cdot 9 \text{ A} = \frac{0,05 \Omega}{0,15 \Omega} \cdot 9 \text{ A} = \frac{5 \Omega}{15 \Omega} \cdot 9 \text{ A} = 3 \text{ A}$$

$$I_2 = 3 \text{ A}$$

$$I_1 = 6 \text{ A}$$

$$U_1 = U_2 = E_2 - I_2 r_2 = 2,1 \text{ V} - 3 \text{ A} \cdot 0,1 \Omega = 2,1 \text{ V} - 0,3 \text{ V} = 1,8 \text{ V}$$

$$U_1 = U_2 = 1,8 \text{ V}$$

5. Raspon krila aviona iznosi $l = 40 \text{ m}$. Avion leti brzinom $v = 720 \text{ km/h}$ u horizontalnom pravcu na mjestu gdje vertikalna komponenta jačine Zemljinog magnetnog polja $H = 16 \text{ A/m}$. Kolika se elektromorna sila indukuje između krajeva krila aviona? ($\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Tm/A}$) **(20 bodova)**

$$E = B_o l v = \mu_o H l v$$

$$E = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Tm}}{\text{A}} 16 \frac{\text{A}}{\text{m}} \cdot 40 \text{ m} \cdot 200 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 160,8 \cdot 10^4 \cdot 10^{-7} \text{ V} = 160,8 \cdot 10^{-3} \text{ V} = 160,8 \text{ mV}$$

$$E = 160,8 \text{ mV}$$